

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-214562

(43)Date of publication of application : 24.09.1986

(51)Int.Cl. H01L 27/14
H04N 5/335

(21)Application number : 60-056405 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC
CORP

(22)Date of filing : 20.03.1985 (72)Inventor : NISHIKAWA YASUSHI

(54) SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make the device resistant to noise and to make unnecessary a signal processing circuit using a preamplifier by providing an optical signal-digitizing means of converting an optical signal into a digital signal corresponding thereto.

CONSTITUTION: When a light is applied to a photodiode 1 an electric charge corresponding to the amplitude of a signal is accumulated in the diode 1. When a vertical charge transfer pulse is impressed on a vertical switch MOSFET 3 through a terminal 10 subsequently the charge accumulated in the diode 1 is all transferred to a capacitor 9. FET 3 turns OFF from this state and thereafter the same operation is repeated. Since the vertical charge transfer pulse is inputted into one input of a logic gate element 11 from the terminal 10 on the occasion a signal is outputted from the element 11 the earlier in time in synchronization with the vertical charge transfer pulse as more an amount of charge is accumulated in

the diode 1. Moreover by providing a pulse counting circuit 12 and a binary-coding circuit 13 in the rear stage of the element 11 the number of pulses outputted from the element 11 is counted and binary-coded and a value thus obtained is outputted from a terminal 8.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭61-214562

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)9月24日

H 01 L 27/14
H 04 N 5/335

7525-5F
8420-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 固体撮像装置

⑯ 特 願 昭60-56405

⑰ 出 願 昭60(1985)3月20日

⑱ 発 明 者 西 川 靖 長岡京市馬場岡所1番地 三菱電機株式会社電子商品開発
研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 早瀬 憲一

明 細 書

1. 発明の名称

固体撮像装置

2. 特許請求の範囲

(1) 光信号に応じた電荷を蓄積するフォトダイオードと上記電荷を転送するためのMOSスイッチトランジスタとからなる光電変換素子が配列されてなる固体撮像素子と、上記各光電変換素子に対応して設けられ上記MOSトランジスタにより転送された電荷を上記光信号に応じたデジタル信号に変換する光信号デジタル化手段とを備えたことを特徴とする固体撮像装置。

(2) 上記各光信号デジタル化手段は、上記固体撮像素子上の各光電変換素子近傍に設けられていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

(3) 上記光信号デジタル化手段は、上記MOSスイッチトランジスタにより転送された電荷を順次蓄積するコンデンサと、上記コンデンサに蓄積された電荷をリセットするためのMOSリセット

トランジスタと、上記コンデンサの電位に応じた個数のパルスを上記MOSスイッチトランジスタのゲートに加わる垂直電荷転送パルスに同期して出力するゲート素子と、該ゲート素子の出力を計数するパルス計数回路と、該計数回路の出力を2値化する2値化回路とを備えたものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の固体撮像装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、固体撮像素子を用いた固体撮像装置に関するものである。

(従来の技術)

第3図は、例えば特開昭54-27311号公報に示された従来の固体撮像装置を示す図であり、図において、1は光信号に応じた電荷を蓄積するフォトダイオード、2は垂直信号線、3は前記フォトダイオード1の電荷を垂直信号線2に転送する垂直スイッチMOSトランジスタ、4は水平信号線、5は前記垂直信号線2の電荷を水平信号線4に転

送する水平スイッチMOSトランジスタ、6は水平クロックパルス入力端子、7は垂直スイッチ選択パルス入力端子、8は信号出力端子である。

次に動作について説明する。

最初に光信号に応じた電荷がフォトダイオード1に蓄積され、この電荷は垂直スイッチ選択パルス入力端子7より入力されたパルスにより、垂直スイッチMOSトランジスタ3がオンすることにより、垂直信号線2に転送される。

次に、水平クロックパルス入力端子6より入力されたパルスによって水平スイッチMOSトランジスタ5がオンすることにより、電荷は水平信号線4に転送される。そして信号電荷は信号出力端子8より出力される。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の固体撮像装置は以上のように構成されており、光信号を電荷量というアナログ信号として取り出している。このため、信号電荷への雑音のもれ込み、特に垂直スイッチMOSトランジスタ3や水平スイッチMOSトランジスタ5を動作さ

せるためのパルスのもれ込みが非常に大きく、これらの雑音を考慮した上で信号電荷のみを取り出し増幅し信号処理する必要があり、このための前段増幅器の設計はたいへん複雑かつ重要なものになっていた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、雑音に強く、従来必要とされていた前段増幅器を不要とすることのできる固体撮像装置を得ることを目的としている。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明に係る固体撮像装置は、アナログ信号である光信号をこれに応じたデジタル信号に変換する光信号デジタル化手段を設けたものである。

〔作用〕

この発明においては、光信号デジタル化手段が光信号をこれに応じたデジタル信号に変換して出力するから、信号電荷への雑音のもれ込みによる影響が除去される。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図について説明する。

第1図はこの発明の一実施例による固体撮像装置を示し、その一画素分の構成を示している。図において、20は光電変換素子であり、該素子20において、1は光信号に応じた電荷を蓄積するフォトダイオード、3は垂直スイッチMOSトランジスタ（MOSスイッチトランジスタ）である。また30は上記MOSトランジスタ3により転送された電荷を上記光信号に応じたデジタル信号に変換する光信号デジタル化手段であり、該手段30において、9は前記垂直スイッチMOSトランジスタ3を介して入力される前記フォトダイオード1の電荷が順次蓄積されるコンデンサ、10は垂直電荷転送パルス入力端子、11は前記垂直スイッチMOSトランジスタ3のゲートに加えられる垂直電荷転送パルスによってその個数が前記コンデンサ9の電位に応じた個数のパルスを出力する論理積ゲート素子、12は前記論理積ゲート素子11より出力されたパルスの個数を計数するパルス計数回路、13は前記パルス計数回路1

2の出力を2値化する2値化回路、14は前記コンデンサ9の電荷を一定時間毎にリセットするためのMOSリセットトランジスタ、15は前記MOSリセットトランジスタ14を動作させる、かつ前記パルス計数回路12の計数値をリセットするためのリセットパルス入力端子、8は信号出力端子である。

第2図に上記実施例装置の入力パルスと出力との関係を示す。図において、垂直電荷転送パルスの幅Tは $T \ll \Delta t$ を満たすものとし、以下

$$\begin{aligned} t_7 - t_6 &= t_6 - t_5 = t_5 - t_4 \\ &= t_4 - t_3 = t_3 - t_2 \\ &= t_2 - t_1 \approx \Delta t \end{aligned}$$

として、動作説明を行なう。

第1図におけるリセットパルス入力端子15には第2図(a)に示すリセットパルスが入力され、第1図における垂直電荷転送パルス入力端子10には第2図(b)に示す垂直電荷転送パルスが入力される。今、リセットパルスによってパルス計数回路12の計数値が時刻 t_0 においてリセットされ、

特開昭61-214562 (3)

またこのリセットパルスによって、MOSリセットトランジスタ14がオンし、これによりコンデンサ9の電荷が該時刻 t_0 においてリセットされる。この状態から時間 Δt の間、フォトダイオードに光が照射されると、フォトダイオード1には光信号の大きさに応じた電荷が蓄積される。

次に時刻 t_1 において垂直電荷転送パルスが端子10を介して垂直スイッチMOSTランジスタ3のゲートに印加されると、フォトダイオード1の容量 C_0 と、コンデンサ9の容量 C_1 との間に、 $C_0 < C_1$ なる関係が成り立っていれば、フォトダイオード1の電荷は全てコンデンサ9に転送される。またこの時のコンデンサ9の電位、即ち論理積ゲート素子11の一方の入力電位 V_1 は、コンデンサ9に蓄えられている電荷を Q_1 とすると、 $V_1 = Q_1 / C_1$ となる。この状態から垂直電荷転送パルスがロウレベル（ ≈ 0 V）になり、垂直スイッチMOSTランジスタ3がオフとなり、その後時間 Δt の間、フォトダイオードに光が照射されると、再びフォトダイオード1には電荷が

蓄積され、時刻 t_2 において垂直電荷転送パルスが垂直スイッチMOSTランジスタ3に入力されると、この時フォトダイオード1に蓄積されている電荷 Q_2 はコンデンサ9に転送され、該コンデンサ9には $Q_1 + Q_2$ の電荷が蓄積され、論理積ゲート素子11の一方の入力電圧 V_2 は $V_2 = (Q_1 + Q_2) / C_1$ となる。ここで、もちろん V_2 は $V_1 < V_2$ なる関係を満たしている。

以後同様な動作を繰り返していくと、コンデンサ9の容量 C_1 が非常に大きい場合、時刻 t_n （但し $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ）におけるコンデンサ9に蓄えられた電荷 Q_n （但し $Q_0 = 0$ ）と論理積ゲート素子11の一方の入力電圧 V_n との間には

$$Q_n = \sum_{k=0}^n Q_k$$

$$V_n = Q_n / C_1 = (\sum_{k=0}^n Q_k) / C_1$$

$$Q_{m+1} > Q_m$$

（但し、 $m = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ）

なる関係が成立する。

ここで、論理積ゲート素子11の一方の入力電

圧が、ある適当な一定レベル以上のハイレベルであり、同時に他方の入力電圧がハイレベルである時に限り論理積ゲート素子11からハイレベルの信号が出力される。従って、この実施例の場合、ゲート素子11の一方の入力はコンデンサ9の電位、他方の入力は垂直電荷転送パルスであることから、 Δt の間にフォトダイオード1に蓄積される電荷量が多いほど垂直電荷転送パルスに同期したハイレベルのパルスが時間的に早く論理積ゲート素子11より出力されることになる。さらに、この論理積ゲート素子11の後段に端子15より入力されるリセットパルスによって計数値がリセットされるパルス計数回路12及び2値化回路13を設けることにより、各リセットパルス間において論理積ゲート素子より出力されるパルス数が計数され、これが2値化されて信号出力端子8より出力される。

より具体的な例として、8個の輝度の異なる光源に対してこの固体撮像装置8個を動作させた場合の各ブロックの出力を第2図を用いて説明する。

第2図(a)~(h)は輝度の異なる光源に対し動作させた各固体撮像装置の出力を示し、最も輝度の高い光源に対して動作させた固体撮像装置に対する出力を同図(a)とし、以下輝度の高い方から順に同図(d), (e), (f), (g), ..., (h)としている。

同図(a)の場合、 Δt の時間にフォトダイオード1に蓄積された電荷によってコンデンサ9の電位は“ハイレベル”に達し、時刻 t_1 から垂直電荷転送パルスに同期したパルスが次のリセットパルスが入力されるまで論理積ゲート素子11より出力される。この時、次段のパルス計数回路12からは“7”という信号が2値化回路13に出力され、2値化回路13より“111”という信号が出力される。

次に同図(d)の場合、最初の Δt の時間にフォトダイオード1に蓄積された電荷だけではコンデンサ9の電位は“ハイレベル”に達せず、次の Δt の時間にフォトダイオード1に蓄積された電荷が加わって初めて、“ハイレベル”に達する。換言すれば、2 Δt の時間にフォトダイオード1に蓄

特開昭61-214562 (4)

積された電荷によって初めてコンデンサ9の電位が“ハイレベル”に達し、時刻t2より垂直電荷転送パルスに同期したパルスが同図(e)の場合と同様に論理積ゲート素子11より出力される。この時、次段のパルス計数回路12からは“6”という信号が2値化回路13に出力され、2値化回路13より“110”という信号が出力される。

同図(e)の場合は、時刻t3よりパルスが論理積ゲート素子11より出力されパルス計数回路12により“5”という信号に変換され、2値化回路13より“101”という信号が出力される。

以下同様に同図(f)の場合は、パルス計数回路12より“4”が出力され、2値化回路13より“100”が出力される。以下同様に、同図(g)、(h)、(i)、(j)の場合は、パルス計数回路12より“3”、“2”、“1”、“0”がそれぞれ出力され、2値化回路13によりそれぞれ2値化されて、011、010、001、000が出力される。

このように、本実施例によれば光電変換素子近傍で光信号をその画数が照射光量に応じたパルス

に変換しこれを計数するようにしたので、固体撮像素子上で光信号をデジタル信号に変換でき、雑音に強いものが得られ、複雑な設計を要する増幅器が不要となる効果がある。

なお、上記実施例では2値化回路13の出力は3ビットの信号としていたが、各リセットパルス間の垂直電荷転送パルスの数を増せば、ビット数を容易に増やすことができる。具体的には垂直電荷転送パルスの数を、63個とすれば、6ビットとなり、255個とすれば、8ビットとなる。

〔発明の効果〕

以上のように、この発明に係る固体撮像装置によれば、光電変換素子より転送された電荷を光信号に応じたデジタル信号に変換するようにしたので、雑音に強く、従来必要とされていた前段増幅器を用いた信号処理回路が不要になるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

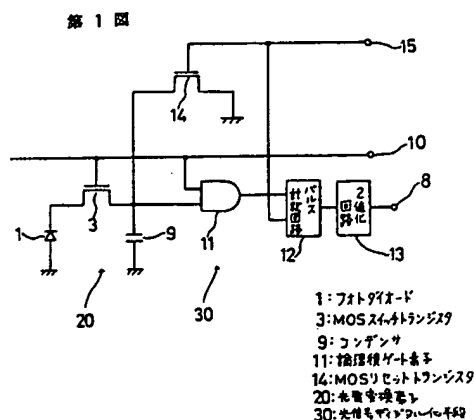
第1図はこの発明の一実施例による固体撮像装置の構成図、第2図(a)～(j)は第1図の装置の入力

パルスと出力との関係を示す図、第3図は従来の固体撮像装置の構成図である。

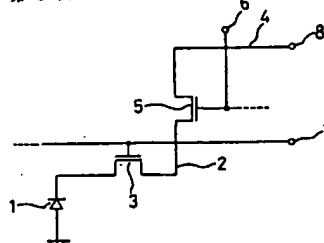
図において、20は光電変換素子、1はフォトダイオード、3はMOSスイッチトランジスタ、30は光信号デジタル化手段、9はコンデンサ、11は論理積ゲート素子、12はパルス計数回路、13は2値化回路、14はMOSリセットトランジスタである。

なお図中同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 早 瀬 憲 一



第3図



特開昭61-214562 (5)

手 続 補 正 書 (方式)

昭和 60 年 7 月 10 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 60-56405 号

2. 発明の名称

固 体 撮 像 装 置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名 称 (601) 三菱電機株式会社

代表者 片山 仁一 郎

4. 代 理 人 郵便番号 532
住 所 大阪市淀川区宮原4丁目1番45号
新大阪八千代ビル

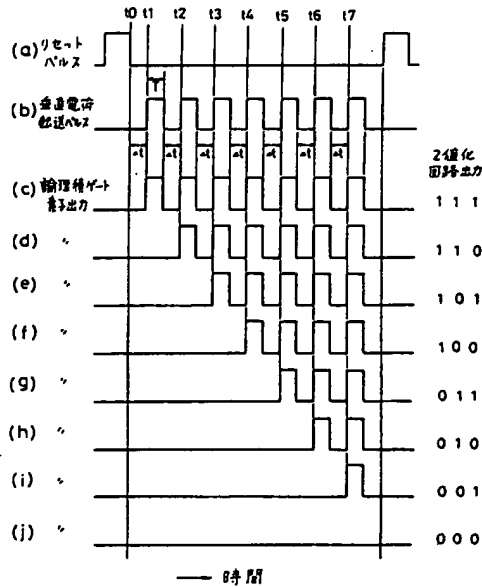
氏名 (8181) 弁理士 早 瀬 憲 一
電話 06-391-4128

方 式
審 査

奥



第 2 図



5. 補正命令の日付

昭和60年 6月10日 (発送日 昭和60年 6月25日)

6. 補正の対象

明細書の図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

(1) 明細書第12頁第20行ないし第13頁第1行の「第2図(a)~(j)は第1図の装置の入力パルスと出力との関係を示す図」を「第2図は第1図の装置の動作を説明するためのリセットパルス、垂直電荷転送パルスおよび論理積ゲート素子の出力のタイミングチャートを示す図」に訂正する。

以 上